

УДК 621.762.4:546.261

І.В. Коваль

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ У ВИРОБНИЦТВІ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ

I.V. Koval

SITUATION AND PERSPECTIVES USE OF NANOMATERIALS IN THE PRODUCTION OF HARD ALLOYS

У сучасних умовах проблеми енергоефективності та зростання потреб у високодефіцитних матеріалах при виробництві твердих сплавів є надзвичайно актуальними.

Основною задачею є створення нових сплавів та вдосконалення технологій їх виготовлення при одночасному підвищенні вимог до їх фізико-механічних властивостей. Одним із перспективних напрямків дослідження є отримання сплавів з високими міцнісними характеристиками з використанням вихідних нанорозмірних матеріалів.

Впровадження нанотехнологій в усі сфери життя вимагає сучасних методів дослідження мікроструктури на мікронному та субмікронному рівнях. Це особливо важливо, враховуючи той факт, що більшість фізико-механічних властивостей матеріалів є структурно-чутливими, а під час, і структурно-контрольованими.

На даний час в металообробці нанорозмірні матеріали розглядаються як суттєвий крок для підвищення продуктивності при обробці різанням і створення нових технологічних процесів.

В галузі дослідження та виробництва твердих сплавів була опублікована значна кількість наукових робіт, проте комерційний продукт, який можна було б рекомендувати для часткової заміни вольфрамо-кобальтових сплавів, ще не створений. Це пояснюється відсутністю налагодженого виробництва ультратонких, суперультратонких та нанопорошків карбідів та металів зв'язки [1]. Проте проведені дослідження показали, що виробництво твердих сплавів з нанорозмірних карбідів (до 200 нм) дає змогу значно підвищити твердість при збереженні міцності та середніх значень коерцитивної сили. Спроба використання нанорозмірних нанопорошків для виготовлення надтвердих інструментальних матеріалів була зроблена у 1992 році [2]. Було показано, що твердість нанорозмірних сплавів приблизно на 200 HV вище, ніж у дрібнодисперсних.

Проте для інструментів та інших деталей, що зазнають великих навантажень, окрім твердості, велике значення мають міцність та в'язкість руйнування. Одержані результати показали, що співвідношення твердості-в'язкість руйнування нанорозмірних твердих сплавів краща ніж в ультрадисперсних.

Для WC-Co сплавів твердість зростає зі зменшенням розміру WC, проте це зростання сповільнюється в області дуже малих зерен (<100 нм). Аналогічна картина спостерігається і для тріщиностійкості.

Нанорозмірні тверді сплави з розміром карбідного зерна близько 100 нм відзначаються комплексом підвищених механічних характеристик і вже є на сьогоднішній день реальністю. Проте подальше зменшення розміру карбідних зерен до 50 нм вже не призводить до суттєвого збільшення твердості, проте вимагає великих технологічних витрат для синтезу вихідних порошків та контролю за рекристалізаційними процесами під час спікання і не забезпечується суттєвим ростом механічних властивостей.

В даній роботі було досліджено вплив легуючих нанодобавок WC на властивості сплавів системи TiC-VC-NiCr [3]. Для легування було використано порошки WC з розміром до 200 нм і питомою площею поверхні $2,8 \text{ м}^2/\text{г}$ виробництва Nanostructured and Amorphus Materials Inc. Їх кількість при легуванні складала 5, 10, 15 % за масою. Сплави одержували шляхом холодного двостороннього пресування і спікання у вакуумі при температурі спікання 1300°C та часові витримки 20 хвилин. Механічні властивості сплавів з відповідною кількістю нанодобавок WC приведені нижче. Для порівняння на рис. 1 приведені механічні властивості сплавів відповідного складу з дрібнозернистим карбідом вольфраму.

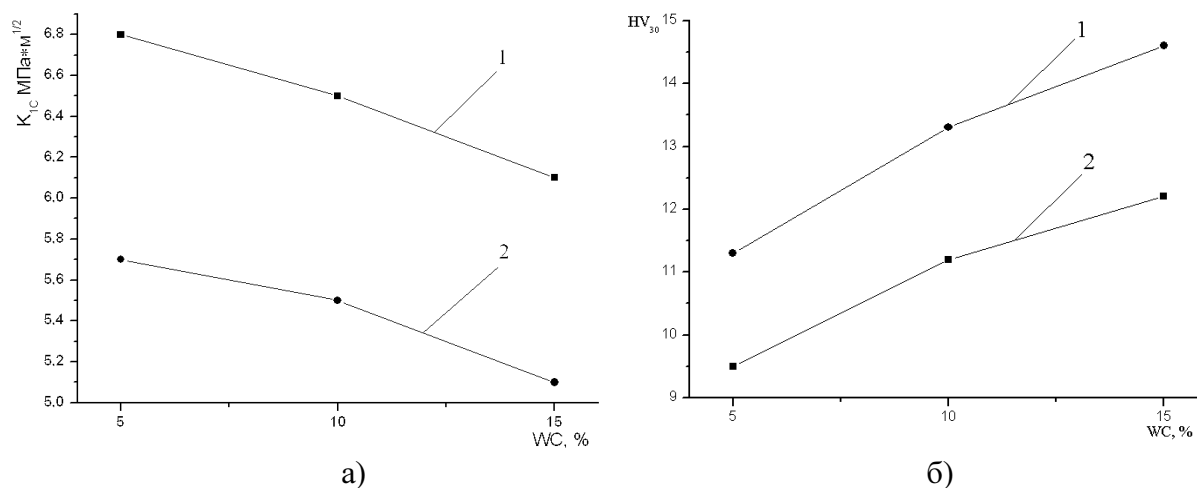


Рис. 1. Залежність коефіцієнта тріщиностійкості (а) та мікротвердості сплавів (б) від вмісту карбіду вольфраму: 1 – нанодисперсного WC, 2 – дрібнозернистого WC

Як видно із приведених результатів для всіх досліджених нановмісних сплавів механічні властивості (HV , K_{IC}) є вищими ніж у дрібнозернистих, що добре узгоджується з даними роботи [1] для вольфрамо-кобальтових твердих сплавів.

Таким чином подальше покращення фізико-механічних властивостей твердих сплавів як вольфрамо-кобальтових, так і безвольфрамових, може бути досягнуто шляхом використання нанорозмірних вихідних матеріалів в поєднанні з вдосконаленими технологічними процесами їх отримання.

Література:

1. Richter V. Nanoscaled Hardmetals – Fiction or Reality? / V. Richter, J. Poetschke, R. Holke, [and other] // International Conference on refractory metals and Hard materials: proceedings of 18th Plansee Seminar, 3 – 7 June, 2013, Reutte, Austria / PLANSEE SE – Reutte/Tyrol, 2013. – p. 61
2. G. Gille, B. Szesny, Proceedings of the 7th International Tungsten Symposium, International Tungsten Industry Association, Goslar (1996)
3. Bodrova L.G. Effect of Nano WC Alloying Additions on the Structure Formation of TiC-5VC-18NiCr Cermets / L.G. Bodrova., G.M. Kramar, O.V. Mul, [and other] // Proceedings of the PM2010 Powder Metallurgy World Congress, 10th – 14th October 2010, Florence, Italy / European Powder Metallurgy Association – London, 2010. – Vol.3. – P. 479–484.